

] î0 5r •  
KAWAKI FEL  
16 (1974) Nd

GIHO

---

± 09x!T b/æ °"@ ( x \3û ¼ ö

Dh6BdMhdGa

sPinaL

gvBh

Fa

£#ã Ö7(5)

,. ( (Mh)A

î • (N)

Mh 1 § 6 4{

•ec b\i^a?}7 0t[ArM

## 大型高炉の装入物分布と通気性

Distribution of Burden Materials and Gas Permeability  
in a Large Volume Blast Furnace

山田孝雄\*

Takao Yamada

佐藤政明\*\*

Masaaki Sato

宮崎伸吉\*\*\*

Nobuyoshi Miyazaki

嶋村錠郎\*\*\*\*

Hideo Shimamura

田口整司\*\*\*\*

Seiji Taguchi

## Synopsis :

Distributions (size of burden, layer thickness of bed, etc.) of burden in shaft are practically

Additionally, several fundamental experiments are carried out on the gas permeability through coke and iron ore bed with particle size of practical use.

The results are summarized as follows :

1) The characteristics of burden on the gas permeability in shaft depend on its particle size.

2) The characteristics of burden in shaft are changed by the position of

その測定方法が難かしく、主として縮尺模型の状態の差異が、本質に於ける粒子の本質度、ほと

同様に確認するに、著者等は、これに代り、

し、その知られておる(2-5) 両者は通気性に関する

する) および **Fig. 1 (b)** の円錐状に落下堆積させる方法(円錐法とする)の2通りの方法によった。測定時に試料の装入は、なるべく試料に運動を与えないようにしたので、得られた結果は極めて安定な値を示した。

れ、測定値の再現性も非常に良かった。なお、容器径は最大測定粒子径の11倍以上となっている。ガス流れに有効な空隙率を求めるため、充填粒子の表面の大小気孔および表面積に寄与する微細な隙間を無視して

の変化はなく一定である。実験に使用した

45

Sistar

Method 1

。

は同一粒径の安息角は大きな差はなくやや焼結鉱  
が高いようである。この静的安息角は粒子間の摩

のおのおのでよく対応している。なお、安息角が  
ほぼ等しい粒径においてもコークスと焼結鉱とで

ならば摩擦角が大きいほど疎な充填になりやすい

に比べ、より球形に近いことを示すものと思われ





この抵抗係数  $k_s$ ,  $k_s$  は各種粒子の表面形状をも含む定数となり, これを高炉装入物について求めておけば (7) 式は高炉シャフト部についても適用される。



コークス ;  $k_1^* = 450D_p^{0.84}$  ..... (9)

1, 2, ..., = Sampling points

$k_2^* = 2.20D_p^{0.84}$  ..... (10)

焼結鉱 ;  $k_1^* = 260D_p^{0.84}$  ..... (11)

$k_2^* = 1.20D_p^{0.84}$  ..... (12)

以上に述べたことからコークス、焼結鉱の粒度分布が与えられれば、一定の送風条件下での高炉シャフト部における圧力損失は(4), (5), (7)および(9)~(12)式より計算できる

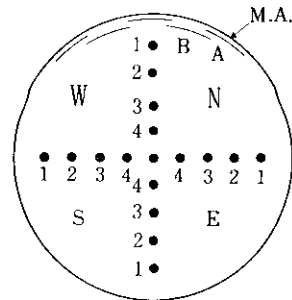


Fig. 10 Locations of M.A. and sampling points in shaft

### 3. 炉内装入物分布の測定内容および方法

水島製鉄所第4高炉には G.H.H. 型 (Gute Hochnung Hütte社で考案)のムーバブル・アーマー (movable armour) が設置された。その概要を Fig. 9 に示す。ムーバブル・アーマーとは高炉操業に都合の良い装入物分布を得るため、大

置 (ノッチ数で表示) と装入物のアーマー・プレート上での当り位置との関係

- (2) ムーバブル・アーマー位置と炉半径方向での装入物表面の堆積形状
- (3) コークス、鉱石類各層の炉半径方向での

マー上に懸けた。装入終了後にこの鋼板を取りはずし、装入物の当たった位置を肉眼で観察した。

### 3-2 装入物表面形状の測定

装入物表面の堆積形状は Fig. 12 に示す方法で

### 3-3 層厚分布の測定

装入1チャージ分の層厚の積み重ねは、装入物表面形状の測定値の変化と対応づけられるので、装入ごとのその測定値の差から層厚分布は便宜的

下させるロープ1を張り、器具Aの水平方向への移動と距離の測定はロープで行った。また

表面形状が乱されるので、層厚分布は単に上述の計測値の差から層厚分布の差は得た。また



Q. セトが C. は種々の測定を行なへたネーミングが

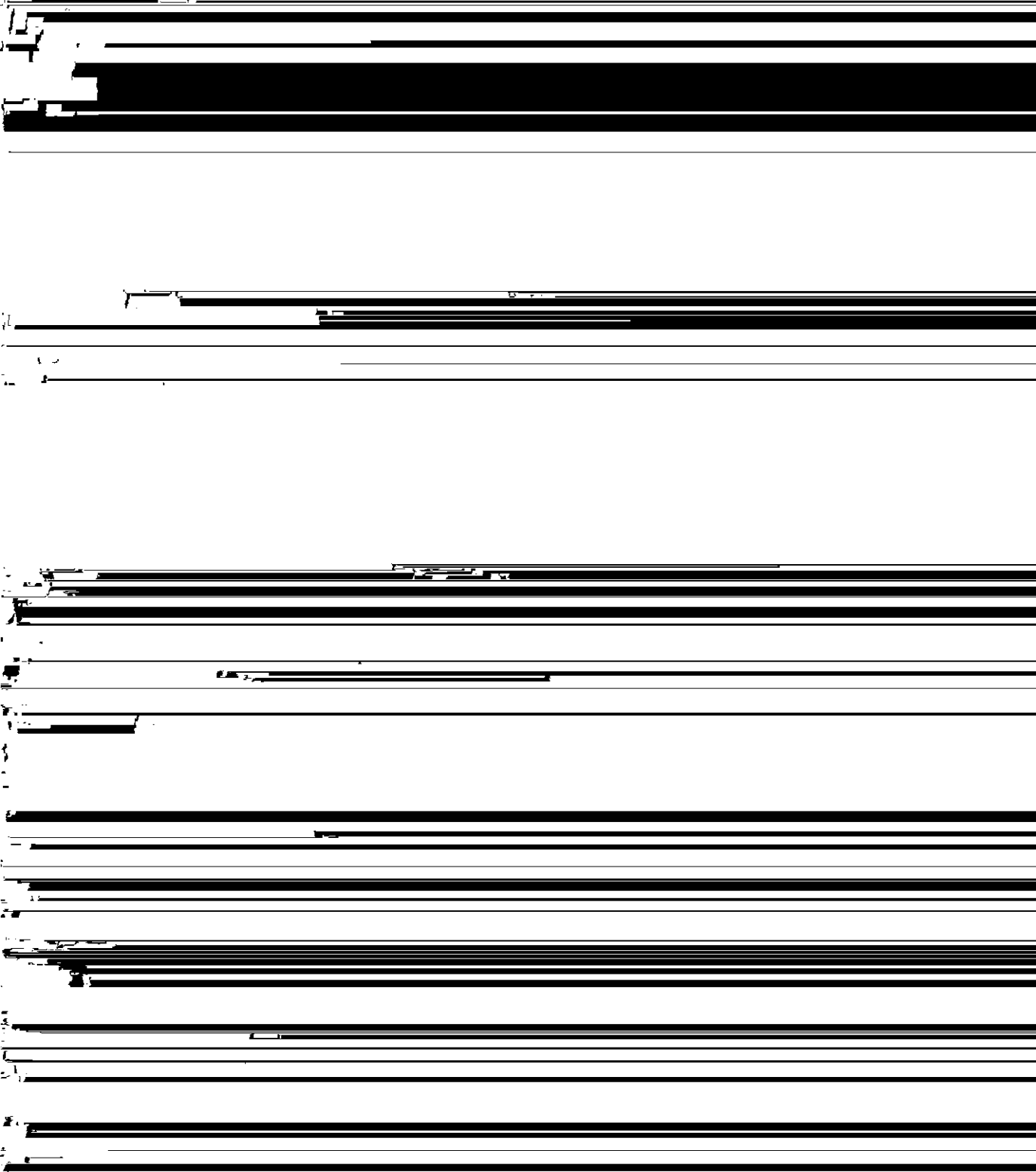
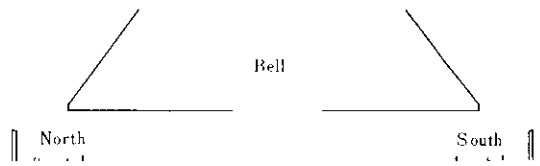
Iron ores 0.00000 1.2 0.00000 1.4 0.00000 0.00000

装入量およびアーマー・ノッチ数が大きいほど、炉中心部に入りやすくなると考えられる。Table 5 は、炉壁から中心に向かって鉱石類の存在する領域の長さを示したものである。表中で  $O_1$  から  $O_4$  は、 $\circ$  装入量でアーマー・ノッチ数を変えて装入し

の変化の影響は認められないと解釈できる。 $O_0$ 、 $O_1 \sim O_4$ 、 $O_5$  を比較すれば、1チャージ当りの装入量が多いほど中心方向への到達距離が伸びており、炉半径方向の鉱石分布にはこの装入量が大きく影響を及ぼす。

図 5 の結果は認められない。このとき 装入レベル (アーマー・ノッチ) 類別は示したものである。図から

当たった後、ほとんど反発することなく単に面上を滑り、アーマー・プレート下端を通る鉛直線とプレート面の延長線間に落ちるとみなせる。したがって、表面形状の山の位置はこの傾斜に



状とほぼ同一であった。したがって、コークス層  
上は鉍石を装入する際に生ずるコークスの中心方

および Fig. 21 に示す。Fig. 21 から明らかなよ  
うに、コークス、鉍石類ともに粒度偏析状態とア





がきわめて少なかった。

この結果を調和平均径と粉率に注目して整理した

クス各採取試料中に混入していたコークス量および鉄石量が示してある。この結果からは、鉄石層

ら切り出され高炉内に入る過程で相当量破砕されることがあきらかになった。種類別でみると生鉄石はほとんど破砕されず、煉鉄石が最も粉砕され

鉱では大径粒子が少なくなり、小粒子および微粒

生 鉱 石 4.5

0.16

0.14

アガリがアガリ 粒アガリがアガリ アガリがアガリ

生 鉱 石 4.5 の 1 00% 生 産 中 の 1 00% 生 産 中 の 1 00%

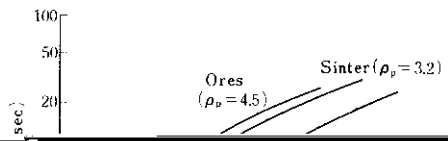
生 産 中 の 1 00% 生 産 中 の 1 00% 生 産 中 の 1 00%

生 産 中 の 1 00% 生 産 中 の 1 00% 生 産 中 の 1 00%

内と装入前とで粒度分布が同一であることは、今  
 回行なった試料採取が信頼性の高いものであること  
 を裏付けている。

### 5.2 微粉の炉外への排出について

前項まで述べたように、炉中の土星の微粉が





焼結鉱の場合；

$$\varepsilon = 0.403 \cdot D_p^{0.14} \cdot (1 - \Delta\varepsilon)$$

$$\Delta\varepsilon = 1 - 0.41 \cdot 10^{-371.006}$$

くするものとして $\varepsilon$ を補正し、これを新たに $\varepsilon$ とした。この各測定点におけるコークス層、鉱石層の $\varepsilon$ と層厚( $L_c$ ,  $L_o$ )を **Table 11** に示す。これらの分布定数を、(15), (16)式に代入し、水島製



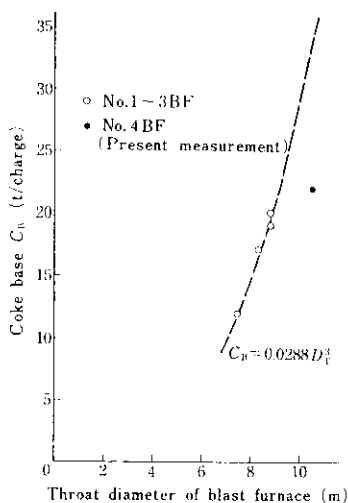


Fig. 29 Coke base in each BF performance at

における装入物分布を測定し、そのための基礎実験の結果とあわせて、次のような事柄が明らかになった。

- (1) 実用粒度範囲におけるコークスおよび焼結鉱の安息角，嵩密度，見かけ密度および通気抵抗係数の粒子径に対する依存性が明らかとなった。
- (2) 装入物はムーバブル・アーマー・プレートによってほとんど反発されず，プレート下端直下からプレート面の延長線間に落下する。したがって，ムーバブル・アーマーのノッチ数が0～2では表面形状はV型であり，それよりノッチ数が増加するとM型分布となる。
- (3) 層厚分布の測定結果から，本測定の条件

口径の拡大にともなってコークス・ベースを急激

置の違いによる炉中心部での層厚分布の差異は認められなかった。また，コークス層 (おろしけ餅石層) 上の餅石 (コークス)

中間部における通気抵抗分布を局所的に制御することは難かしい。

本研究の遂行にあたり、技術研究所製鉄研究室および川鉄化学(株)水島工場の関係者各位にご協力をいただきましたことを深謝します。

記号

$A$ ; 粒子の運動方向に垂直な投影面積 (cm<sup>2</sup>)  
 $C$ ; 単一粒子の流体中での抵抗係数 (—)  
 $C_B$ ; コークス・ペース (t)  
 $d_i$ ; 均一粒径試料の粒子径 (cm)  
 $d_m$ ; 均一粒径の平均値 (cm)

$\Delta P$ ; ガスの圧力損失 (gw/cm<sup>2</sup>)  
 $u$ ; 粒子と流体との相対速度 (cm/sec)  
 $u_0$ ; 空塔基準のガス流速 (cm/sec)  
 $u_i$ ; 粒子の終末速度 (cm/sec)  
 $w_i$ ; 粒径  $d_i$  なる粒子の重量分率 (—)  
 $\epsilon$ ; 空隙率 (—)  
 $\theta$ ; 時間 (sec)  
 $\mu$ ; ガスの粘度 (poise)  
 $\rho$ ; 流体の密度 (g/cm<sup>3</sup>)  
 $\rho_a$ ; 充填層の空隙率に関する粒子見かけ密度 (g/cm<sup>3</sup>)  
 $\rho_b$ ; 充填層の密度 (g/cm<sup>3</sup>(bed))

$\rho_c$ ; 充填層の密度 (g/cm<sup>3</sup>)

$g$ ; 重力の加速度 (cm/sec<sup>2</sup>)  
 $g_c$ ; 重力換算係数 (g·cm/sec<sup>2</sup>·gw)  
 $k_1, k_2, k_1^*, k_2^*$ ; 充填層の通気抵抗係数 (—)  
 $L$ ; 充填層高さ (cm)  
 $L_m$ ; 均一粒径の平均値 (cm)

$\Phi$ ; 通気抵抗指数 (gw·sec<sup>2</sup>/g·cm<sup>2</sup>·s)  
 $\Phi_i$ ; 高炉シャフト部平均の通気抵抗指数 (gw·sec<sup>2</sup>/g·cm<sup>2</sup>·s)  
 $\phi_c$ ; Carman の形状係数 (—)